

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»
Отделение электронной инженерии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Технология сборки и сварки лестничного марша

УДК 621.757:621.791:692.622

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В31	Тибейкин Ю.С.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Киселев А.С.	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Спицын В.В.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева И.Л.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 «Машиностроение»	Хайдарова А.А.	к.т.н., доцент		

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП 15.03.01

«Машиностроение» (бакалавр)

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	Применять глубокие естественнонаучные, математические и инженерные знания для создания и обработки новых материалов
P2	Применять глубокие знания в области современных технологий машиностроительного производства для решения междисциплинарных инженерных задач
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения
P4	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование и инструменты для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий обработки материалов, нанотехнологий, создание новых материалов в сложных и неопределенных условиях
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные высокотехнологичные линии автоматизированного производства, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на машиностроительном производстве, выполнять требования по

	защите окружающей среды
Универсальные компетенции	
P7	Использовать глубокие знания по проектному менеджменту для проведения инновационной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности
P8	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности
P9	Эффективно работать индивидуально в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации
P10	Демонстрировать глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности, компетентность в вопросах устойчивого развития
P11	Самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

Форма задания на выполнение выпускной квалификационной работы
Министерство образования и науки Российской Федерации
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»
 Отделение электронной инженерии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 Хайдарова А.А.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В31	Тибейкину Юрию Сергеевичу

Тема работы:

Разработка технологии сборки и сварки лестничного марша	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	05.04.2018 №2345/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объектом исследования является разработка технологии сборки и сварки лестничного марша.</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной</i></p>	<p>1. Литературный обзор 2. Объект и методы исследования 3. Расчеты и аналитика 4. Результаты Выводы</p>

<i>работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>		
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>		1. Чертеж детали 2. Операционные эскизы
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>		
Раздел	Консультант	
Основная часть	Киселев Алексей Сергеевич	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Спицын Владислав Владимирович	
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна	
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:		

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Киселев А.С.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В31	Тибейкин Ю.С.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 82 с., 4 рис., 27 табл., 35 ист., 8 прил.

Ключевые слова: лестница, лестничный марш, сборка, механизированная сварка в среде углекислого газа, ручная дуговая сварка, технология сборки и сварки.

Объектом исследования лестничный марш.

Цель работы – Разработка технологии сборки и сварки лестничного марша.

В процессе исследования проводились: сварка пластин, уголков и швеллеров ручной дуговой сваркой и механизированной в среде углекислого газа.

В результате исследования был изучен технологический процесс сварки и сборки лестничного марша.

Область применения: машиностроение.

Экономическая эффективность/значимость работы более экономичный, метод по сравнению с конкурентами, технологичный вид сборки.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 7.0 и графическом редакторе «КОМПАС-3D V17» и представлена на диске CD-RW (в конверте на обороте обложки).

Abstract

Final qualifying work 82 p., 4 Fig., 27 Tab., 8 Sources sheets demonstration material.

Key words: ladder, ladder march, mechanized welding in carbon dioxide environment, manual arc welding, assembly and welding technology.

The object of study is a flight of stairs.

The purpose of the work is to develop the technology of assembly and welding of the ladder march.

In the process of research, welding of plates, corners and channels with manual arc welding and mechanized in carbon dioxide was carried out.

As a result of the research, the technological process of welding and assembling the ladder march was studied.

Scope: mechanical engineering.

The economic efficiency / significance of the work is more economical, the method in comparison with competitors, the technological form of the assembly.

Final qualifying work of the engineer made in Microsoft Word processor 2016 and the graphic editor "KOMPAS-3D V17" and presented in CD-RW drive (in an envelope on the back cover).

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

СТП ТПУ 2.5.01–2014 Положение о выпускных квалификационных работах

бакалавра, специалиста и магистра в Томском политехническом университете

ГОСТ 9467-75 Electroды покрытые металлические для ручной дуговой сварки
конструкционных и теплоустойчивых сталей

ГОСТ 5264-80 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы,
конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 12.1.003 Шум. Общие требования безопасности.

ГОСТ 23118-2012 Конструкции стальные. Общие технические условия

ГОСТ 26887-86 Площадки и лестницы для строительно-монтажных работ

ГОСТ 3.1703-79 Единая система технологической документации. Правила
записи операций и переходов

ГОСТ 23120-78 Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные

ГОСТ 12.1.005 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей
зоны

ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные.

Основные типы, конструктивные элементы и размеры

СНиП 2.04.05 Строительные нормы и правила отопление, вентиляция и
кондиционирование.

СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение.

ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность.

ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и
номенклатура видов защиты

ГОСТ 17.2.3.02 Охрана природы. Атмосфера.

ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие
требования безопасности

ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы.

Классификация

ГОСТ 380-2005 Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки

ГОСТ 3242-79 Соединения сварные. Методы контроля качества

ГОСТ Р 22.0.02-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

ГОСТ 3.1703-79 Единая система технологической документации. Слесарные, слесарно-сборочные работы

ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ, НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

ПДГ – полуавтомат дуговой сварки в защитных газах

ВДГ – выпрямитель дуговой сварки в защитных газах

РДС – ручная дуговая сварка

ПДК – предельно допустимая концентрация

СИЗ – средства индивидуальной защиты

УФ – ультрафиолетовое излучение

ПВ – продолжительность включения

ММА - ручная дуговая сварка штучными электродами с покрытием

НАКС – национальное агентство контроля сварки

Оглавление

Введение.....	13
1 Материал для лестничного марша.....	15
2 Выбор марки и типа электрода	17
3 Выбор материалов для механизированной сварки в среде защитных газов плавящимся электродом	19
4 Расчет параметров режима сварки для ручной дуговой сварки покрытыми электродами	21
5 Расчеты параметров для сварки в среде защитных газов	27
6 Подбор источника питания для ручной дуговой сварки покрытым электродом	33
7 Выбор аппарата для механизированной сварки в среде углекислого газа плавящимся электродом	35
8 Подготовка кромок под сварку	37
9 Сборка и сварка изделия.....	38
10 Проверка качества соединения	40
11.1 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..	42
11.1.1 Цели и результат проекта бакалаврской работы	42
11.1.2 Анализ конкурентных технических решений	43
11.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	45
11.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	45
11.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	47
11.2.3 Разработка графика проведения научного исследования	48
11.3 Бюджет научного исследования	52
11.3.1 Расчет материальных затрат НИ.....	52

11.3.2	Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ	54
11.3.3	Основная заработная плата исполнителей темы	56
11.3.4	Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала.....	58
11.3.5	Отчисления на социальные нужды	58
11.3.6	Накладные расходы	59
12	Социальная ответственность	62
12.1	Производственная безопасность	63
12.1.1	Анализ выявленных вредных и опасных факторов.....	63
12.1.2	Освещение.....	64
12.1.3	Шумы и вибрации	65
12.1.4	Воздушная среда и микроклимат	65
12.1.5	Электробезопасность	68
12.1.6	Пожарная безопасность	71
12.2	Экологическая безопасность.....	72
12.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	73
12.4	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	75
	Список использованных источников	79
Приложение А – Комплект документов на технологический процесс		
Графические материалы		на отдельных листах

Введение

В настоящее время на предприятиях, заводах и фабриках, очень широко применяются металлические лестницы. Исходя из того, что производственные площади являются зонами с повышенным травматизмом, ко всем лестничным маршам и иным схожим конструкциям предъявляют весьма повышенные требования согласно ГОСТ 23118-2012 при производстве, монтаже и эксплуатации отдельных элементов [9]. Несмотря на то, в каком месте завода, либо иного места эксплуатируются объекты, они должны отвечать следующим нормам:

- количество лестничных объектов и ширина их маршей зависит от количества человек, участвующих в процессе производства. Все параметры рассчитываются, учитывая норматив 0,6 м на каждые 100 человек;

- все лестничные сооружения должны быть обнесены оградами с поручнями и перилами, как указано в нормативных документах;

- в процессе проектирования должны быть заложены все возможные нагрузки, которые будет испытывать наше изделие с запасом прочности;

- лестничные марши не могут содержать открытых резких, острых и иных углов, могущих привести к травмам на производстве;

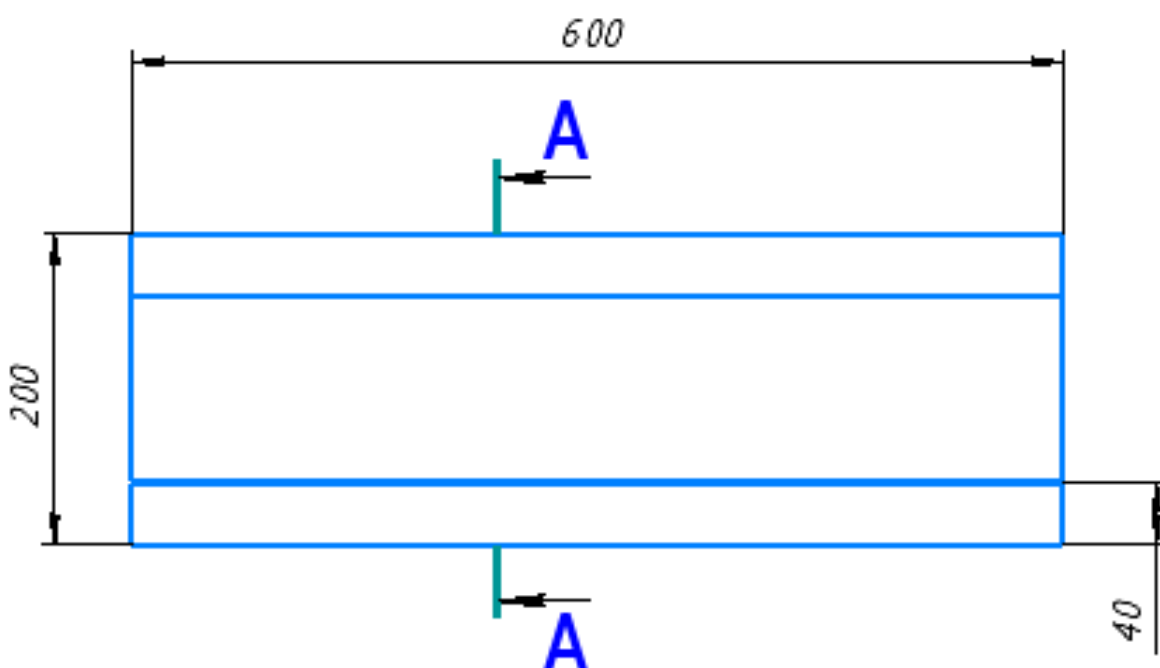
- лестничные марши и иные лестничные сооружения рассчитываются с условием, что они будут отвечать всем нормам гражданских зданий и сооружений;

Лестничные марши предназначены для перемещения людей, находящихся в данном сооружении между этажами. Лестничные марши можно разделить на две категории. Марши, находящиеся непосредственно внутри здания, называют встроенными. Марши бывают и вынесенными за пределы здания. Это нужно для быстрого доступа ко всем помещениям предприятия.

Для обеспечения безопасности, лестничные марши должны соответствовать всем требованиям, которые предъявляются к аварийным сооружениям. Наша конструкция относится к лестничным маршам служебного

назначения. Она нужна для простого доступа к нужному оборудованию. Крепится к стене посредством швеллеров. Ширина марша варьируется от 0,6 до 1,0 м. Лестничный марш обеспечивает высоту подъема 1200 мм. В нашем случае принимаем ширину пролета 704 мм, а длину пролета 1600 мм, ширина ступени 200 см. Угол наклона ступеней принимаем 30 градусов. Ступени нашего лестничного марша будут изготовлены из 2 уголков 40*40*4 мм, а так же цельного листа стали, толщиной 4 мм, закрепленного сварочным швом непосредственно к уголкам и боковым швеллерам.

Масштаб 1:5



Масштаб 1:2

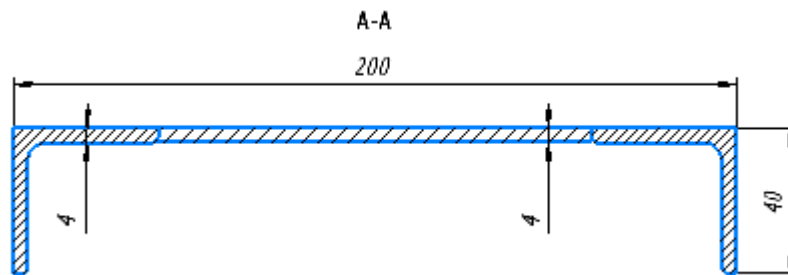


Рисунок 1 – Ступень металлической лестницы ФЮРА.20000.00001

1 Материал для лестничного марша

При изготовлении металлической лестницы из листового и профильного проката мы выбираем сталь группы В марки Ст3сп. Это сталь углеродистая, конструкционная согласно ГОСТ 380-2005 [26]. Обладает хорошей свариваемостью без сильных ограничений, что так же позволяет применять ее в ответственных конструкциях. Конструкции и изделия, изготовляемые из этой стали этой марки обычно не нужно подвергать термической обработке для улучшения свойств [5].

Таблица 1 - Механические свойства стали Ст3сп при 20 °С согласно ГОСТ 380-2005

Параметры	Временное сопротивление разрыву	Предел текучести	Относительное удлинение	Относительное сужение	Твердость, НВ
	МПа	МПа, не более	%	%, не более	МПа
СТ 3 сп	370-490	255	23-26	---	131

Таблица 2 – Химические свойства стали Ст3сп согласно ГОСТ 380-2005

Наименование элементов	C,%	Si,%	Mn,%	Cr,%	Ni,%	S,%	P,%	Cu,%
						не более		
СТ 3 сп	0,14- 0,22	0,12- 0,3	0,40- 0,65	< 0,3	< 0,3	0,05	0,04	0,3

При назначении технологии сварки учитывают свариваемость стали, которую оценивают по эквиваленту углерода [34, с. 141]:

$$C_{\text{э}} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{5} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cu}{13} + \frac{P}{2} , \quad (1)$$

Где представленные выше вещества показывают сколько в процентах их содержится в металле шва.

После подстановки получаем:

$$C_{\text{э}} = 0,18 + \frac{0,5}{6} + \frac{0,3}{5} + \frac{0,3}{15} + \frac{0,3}{13} + \frac{0,04}{2} = 0,386 ,$$

Определение размерного эквивалента углерода:

$$C_p = 0,005 \times \delta \times C_{\text{э}} , \quad (2)$$

где δ – обозначает толщину свариваемой детали, мм.

$$C_p = 0,005 \times 5 \times 0,386 ,$$

$$C_p = 0,001 ,$$

Полный эквивалент углерода равен:

$$\Sigma C_{\text{э}} = C_{\text{э}} + C_p , \quad (3)$$

$$\Sigma C_{\text{э}} = 0,386 + 0,001 = 0,387 ,$$

С учетом этих показателей Ст3сп относится к начальной группе свариваемости т.е. хорошо свариваемые, так как полный эквивалент углерода меньше 0,45.

2 Выбор марки и типа электрода

При сварке марка и тип электрода выбирается, отталкиваясь от марки стали, ее геометрических параметров, положения при сварке, а так же других влияющих на процесс факторов. Для производства сварочных работ из стали Ст3сп с пределом прочности до 500 МПа выбирают электроды типа Э46. Марку электрода типа Э46 примем МР-3. Электроды изготавливают согласно ГОСТ 9466-75 [32] и ГОСТ 9467-75 [33].

Таблица 3 - Основные характеристики электродов МР – 3

Параметр		Значение
Тип электрода		Э46
Марка электрода		МР-3
Предел текучести, МПа		380
Временное сопротивление разрыву, МПа		480
Относительное удлинение, %		25
Относительное сужение, %		65
Ударная вязкость, Дж/см ² , при температуре °С	+20	15
	-40	10
Угол загиба, α , ... °		180
Коэффициент наплавки, г/(А×ч)		7,8
Род тока		Переменный и постоянный обратной полярности
Пространственное положение		Любое

Преимущества данных электродов:

- легкое зажигание сварочной дуги и последующее обеспечение устойчивого ее горения;
- легкость формирования сварочного шва;
- низкая разбрызгиваемость металла;
- легкое отделение шлаковой корки;
- хорошая производительность и высокая скорость сварки;
- так же данный вид электродов пригоден для сварки во всех положениях;
- для дыхательной системы сварщика МР-3 наименее опасный вид электродов.

Таблица 4 - Химический состав металла сварного шва, наплавленного электродом

Название элемента	C, %	Si, %	Mn, %	P, %	S, %
Величина параметра	0,1	0,2	0,5-0,8	0,045	0,04

Таблица 5 – Дополнительные характеристики электродов

Параметр	Значение
Тип покрытия электрода	Рутильное
Тип электрода по положения сварки	Во всех пространственных положениях
Вес упаковки, кг	5,2
Выход наплавленного металла, %	90
Производительность наплавки г/мин	23,5
Расход материала на 1 кг наплавленного металла	1,7

Данные электроды, на которых мы остановили выбор, приспособлены для сварки как на переменном так и на постоянном токе, соответственно теперь мы должны выбрать трансформатор. Он нужен для преобразования переменного тока одного напряжения в переменный ток другого напряжения тех же характеристик, а так же питает сварочную дугу.

3 Выбор материалов для механизированной сварки в среде защитных газов плавящимся электродом

Для сварки углеродистых сталей может применяться углекислый газ. В качестве основных достоинств данного вида газа являются дешевизна и распространенность. Так же для сварки в среде защитных газов могут применяться и другие инертные газы(аргон) и активные газы, такие как водород, кислород. В некоторых случаях есть возможность применения и смеси газов($Ar+CO_2$)

Одной из особенностей сварки в углекислом газе является возможность применения проволок, в составе которых есть повышенное содержание раскислителей, которые компенсируют процесс выгорания металла в сварочной ванне. Больше всего для сварки углеродистых сталей [5, с. 107] применяются такие виды проволок как Св-08Г2, Св-08ГС и Св-08Г2С. Останавливаем выбор на сварочной проволоке Св-08ГС(ПСГ-0301), в том числе и из материального аспекта

В представленных ниже таблицах содержатся данные о химическом составе и механических свойствах сварочной проволоки Св-08ГС.

Таблица 6 – Химический состав проволоки Св-08ГС согласно ГОСТ-2246-70 [3]

Марка	C,%	Cr,%	Si,%	Mn,%	Ni,%	S,%	P,%
Св-08ГС	< 0,1	< 0,2	0,6-0,85	1,4-1,7	< 0,025	< 0,015	< 0,013

Таблица 7 – Механические свойства наплавленного металла сварочной проволокой Св-08ГС согласно ГОСТ-2246-70

Марка	Предел текучести, МПа	Временное сопр. разрыву, МПа	Относит. удлинение, %	Удар. вязкость, Дж/см ²
Св-08ГС	> 450	> 550	30	65

Основной особенностью сварки плавящимся электродом является применение кремнемарганцовистой электродной проволоки с пониженным содержанием углерода, при использовании которой получают плотные беспористые швы, компенсируется выгорание кремния и марганца и при сварке низкоуглеродистой стали обеспечивается получение швов, имеющих оптимальный химический состав.

Сварка в углекислом газе характеризуется высокой производительностью и низкой стоимостью. К недостаткам способа можно отнести повышенное разбрызгивание металла, а также получения в некоторых случаях неравномерных по внешнему виду швов. К тому же необходимо учитывать некоторые металлургические особенности, связанные с окислительным действием углекислого газа. При высоких температурах сварочной дуги углекислый газ (CO_2) диссоциирует на оксид углерода (CO) и кислород (O_2) который, если не принимать специальных мер, приводит к окислению свариваемого металла. Окислительное действие O_2 нейтрализуется введением в проволоку дополнительного количества раскислителей кремния и марганца.

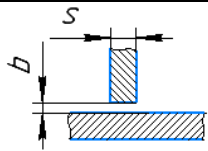
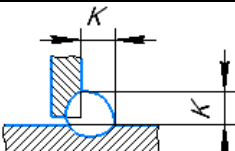
4 Расчет параметров режима сварки для ручной дуговой сварки покрытыми электродами

Режимами дуговой сварки является совокупность мер и параметров, которые необходимо поддерживать и соблюдать для правильного образования сварного соединения посредством плавящихся электродов. Режимы для ручной дуговой сварки можно назвать такие условия самого процесса соединения деталей при различных внешних факторах. Исходя из различных показателей параметров, выбираются более правильные режимы для сварки данного соединения.

Изначально параметры режима ручной дуговой сварки покрытыми электродами можно разделить на два вида: основные и дополнительные. К основным параметрам режима сварки при ручной дуговой сварке можно отнести диаметр электрода, свойства и величину сварочного тока, напряжение дуги. К дополнительным же параметрам можно отнести положение шва на изделии, состав и толщину металла, скорость образования соединения изделия а так же покрытие электрода.

Рассчитаем основной тип соединения, используемый в нашей работе.

Таблица 8 – Элементы сварного соединения по Т1 согласно ГОСТ 5264-80 [7]

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		S	b	
	Подготовка кромок деталей	Шва сварного соединения		Номинальное	Предельное отклонение
T1			От 3 до 15	0	+2

Площадь поперечного сечения наплавленного металла рассчитываем по формуле [31, с.122]:

где F_H – площадь поперечного сечения, мм;

K_y – коэффициент, который зависит от размера катета шва ($K_y=1.25$);

K – катет шва, мм;

$$F_H = \frac{K_y \times K^2}{2} , \quad (4)$$

$$F_H = 15,625 \text{ мм}^2 ,$$

Выбираем диаметр электрода равный 3 мм. Тогда можем посчитать F_H , которая наплавляется за один проход [31] по формуле:

$$F_1 = d_э \times (6..8) , \quad (5)$$

где $d_э$ – диаметр электродного стержня, мм;

$$F_1 = 3 \times 6 = 18 \text{ мм}^2 ,$$

Соответственно сварка катета толщиной 4 мм будет производиться за один проход.

Произведем расчет силы сварочного тока, которая зависит от диаметра электрода и плотности тока [31]:

где $I_{\text{св}}$ – ток сварочной дуги, А;

$$I_{\text{св}} = \frac{\pi \times d_9^2}{4} \times j ,$$

$$I_{\text{св}} = 113,097 \text{ А} . \quad (6)$$

Для примерного расчета напряжения примем формулу:

где U_d – напряжение на дуге, В;

$$U_d = 20 + 0,04 \times I_{\text{св}} , \quad (7)$$

$$U_d = 22,524 \text{ В} .$$

По нужным нам размера задается скорость сварки по формуле (м/ч):

где α_n – коэффициент наплавки, г/А×ч (для МР-3 $\alpha_n=7.8$);

γ – плотность наплавленного металла за проход, г/см³;

$$V_{\text{св}} = \frac{\alpha_n \times I_{\text{св}}}{3600 \times \gamma \times F_n} ,$$

$$V_{\text{св}} = 0,201 \frac{\text{см}}{\text{с}} = 7,56 \frac{\text{м}}{\text{ч}} . \quad (8)$$

Количество энергии, которое помещается в шов можно определить по формуле (Дж×с/см):

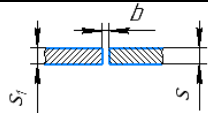
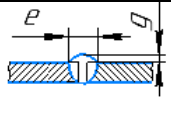
где – η_u эффективный КПД нагрева изделия дугой, находится в пределах 0.6..0.9;

$$q_n = \frac{q_{\text{эф}}}{V_{\text{св}}} , \quad (9)$$

$$q_{\text{эф}} = I_{\text{св}} \times U_d \times \eta_u ,$$

$$q_n = 11040 \frac{\text{Дж}}{\text{см}} .$$

Таблица 9 – Элементы сварного соединения по С2 согласно ГОСТ 5264-80 [7]

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		e	g		b	
	Подготовка кромок деталей	Шва сварного соединения	Номин ,мм	Ном ,мм	Пред, мм	Номин ,мм	Пред, мм
С2			8	2	±1	2	±1

Для определения числа проходов найдем общую площадь поперечного сечения наплавленного металла. Площадь наплавки обычно находят как сумму площадей элементарных геометрических фигур:

$$F_{\text{н}} = b \times S + 0,75 \times g \times e , \quad (10)$$

где b- величина зазора, мм;

S – толщина пластин, мм;

g – усиление шва, мм;

e – ширина валика, мм;

$$F_{\text{н}} = 2 \times 4 + 0,75 \times 2 \times 8 = 20 \text{ мм}^2$$

Общую площадь поперечного сечения наплавленного и расплавленного металлов найдем по формуле:

$$F_{\text{ш}} = 0,73 \times e \times (S + g), \quad (11)$$

$$F_{\text{ш}} = 0,73 \times 8 \times (4 + 2) = 35 \text{ мм}^2.$$

Находим площадь поперечного сечения проплавленного металла по формуле:

$$F_{\text{пр}} = F_{\text{ш}} - F_{\text{н}}, \quad (12)$$

$$F_{\text{пр}} = 35 - 20 = 15 \text{ мм}^2.$$

Площадь поперечного сечения металла, наплавляемого за один проход, для первого прохода:

$$F_1 = d_э \times (6..8), \quad (13)$$

$$F_1 = 3 \times 8 = 24.$$

Согласно рекомендации, сварка будет выполняться за один проход.

Диаметр электродов МР-3 – 3 мм.

Расчёт силы сварочного тока при сварке покрытыми электродами производится по диаметру электрода и допускаемой плотности тока согласно рекомендациям:

$$I_{св} = \frac{\pi \times d_э^2}{4} \times j, \quad (14)$$

где j – допускаемая плотность тока, А/мм²;

$$I_{св} = 105 \text{ A},$$

Определяем оптимальное напряжение дуги:

$$U_d = 20 + 0,04 \times I_{св}, \quad (15)$$

$$U_d = 20 + 0,04 \times 105 = 24 \text{ В}.$$

Определим скорость сварки:

$$V_{св} = \frac{\alpha_H \times I_{св}}{3600 \times \gamma \times F_H}, \quad (16)$$

$$V_{св} = \frac{7,8 \times 105}{3600 \times 7,8 \times 20 \times 10^{-2}} = 0,14 \frac{\text{см}}{\text{с}} = 5 \frac{\text{м}}{\text{ч}}.$$

Определим погонную энергию при сварке:

$$q_H = \frac{q_{эф}}{V_{св}} = \frac{I_{св} \times U_d \times \eta_u}{V_{св}}, \quad (17)$$

где $I_{св}$ – ток сварочной дуги, А;

U_d – напряжений на дуге, В;

$\eta_{\text{и}}$ – эффективный КПД нагрева изделия дугой, для дуговых методов сварки находится в пределах 0,6...0,9 ; покрытыми электродами на постоянном токе 0,75...0,85; на переменном токе КПД нагрева имеет значения 0,65...0,75;

$V_{\text{св}}$ – скорость перемещения сварочной дуги, см/с.

$$q_{\text{н}} = \frac{105 \times 24 \times 0.8}{0.14} = 14400 \frac{\text{Дж}}{\text{см}}$$

Расстояние r определяем по формуле:

$$r = \sqrt{\frac{2 \times q_{\text{н}}}{\pi \times V_{\text{св}} \times c\rho \times T_{\text{пл}}}}, \quad (18)$$

Где q – эффективная тепловая мощность сварочной дуги, Вт;

$c\rho$ – объемная теплоемкость, Дж/см³ × °С;

$T_{\text{пл}}$ – температура плавления металла, °С;

$V_{\text{св}}$ – скорость сварки, см/с.

$$r = \sqrt{\frac{2 \times 14400}{3.14 \times 0.14 \times 4.9 \times 1500}} = 0.3 \text{ см.}$$

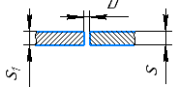
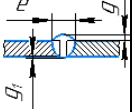
При РДС глубина провара вычисляется по формуле:

$$H_{\text{пр}} = (0.5 - 0.7) \times r, \quad (19)$$

$$H_{\text{пр}} = 0.15 - 0.2.$$

5 Расчеты параметров для сварки в среде защитных газов

Таблица 10 Размеры сварного соединения для С2 по ГОСТ 14771-76 [16]

Обозначение	Элементы соединения		s,	b		e	g		g ₁	
	Кромки свариваемых деталей	Сварного шва	s ₁	Номин	Пред.	Номин	Номин	Пред.	Номин	Пред.
С2			4	0	+2,0	12,0	1,5	±0,5	1,5	±1,0

Для того, чтобы определить число проходов, находим общую площадь поперечного сечения наплавленного металла. Площадь наплавки находится, как сумма площадей элементарных геометрических фигур [31]:

$$F_H = b \times S + 0,75 \times g \times e + 0,75 \times g_1 \times e_1, \quad (20)$$

где b- величина зазора, мм;

S – толщина пластин, мм;

g – усиление шва, мм;

e – ширина валика, мм;

g₁ – усиление обратного валика, мм;

e₁ – ширина обратного валика, мм;

$$F_H = 1 \times 4 + 0,75 \times 1,5 \times 12 + 0,75 \times 1,5 \times 4 = 22 \text{ мм}^2,$$

Общую площадь поперечного сечения наплавленного и расплавленного металлов находим по формуле:

$$F = 0,73 \times e \times (S \times g \times g_1), \quad (21)$$

$$F = 0,73 \times 12 \times (4 \times 1,5 \times 1,5) = 61,3 \text{ мм}^2.$$

Находим площадь поперечного сечения проплавленного металла по формуле:

$$F_{\text{пр}} = 61,3 - 22 = 39,3 \text{ мм}^2.$$

Выбор силы сварочного тока производим исходя из того, что толщина пластин 4 мм. и того, что сварка ведется в один проход [31]:

$$I_{\text{св}} = \frac{100 \times S}{k_h}, \quad (22)$$

где k_h – коэффициент пропорциональности, величина которого зависит от условий проведения сварки;

$$I_{\text{св}} = \frac{100 \times 4}{2,1} = 190 \text{ A},$$

Производим выбор толщины электродной проволоки. Приблизительно определяем по формуле:

$$d_{\text{эл}} = 2 \times \sqrt{\frac{I_{\text{св}}}{\pi \times j}}, \quad (23)$$

где j – допустимая плотность тока, А/мм²;

$$d_{\text{эл}} = 2 \times \sqrt{\frac{190}{3,14 \times 200}} = 1,2 \text{ мм.}$$

Допустимое напряжение дуги равно:

$$U_{\text{д}} = 17 + \frac{50 \times 10^{-3}}{\sqrt{d_{\text{эл}}}} \times I_{\text{св}} \pm 1, \quad (24)$$

$$U_{\text{д}} = 17 + \frac{50 \times 10^{-3}}{\sqrt{1,2}} \times 190 \pm 1 = 25 \pm 1 \text{ В.}$$

Коэффициент формы провара равен:

$$\psi_{\text{пр}} = K' \times (19 - 0,01 \times I_{\text{св}}) \times \frac{d_{\text{эл}} \times U_{\text{д}}}{I_{\text{св}}}, \quad (25)$$

где K' – коэффициент, зависящий от рода тока и полярности;

$$\psi_{\text{пр}} = 0,92 \times (19 - 0,01 \times 190) \times \frac{1,2 \times 25}{190} = 2,4.$$

Для механизированной сварки значения $\psi_{\text{пр}}$ должны находиться в пределах 0,8...4,0. Наше значение удовлетворяет заданным параметрам, соответственно режимы выбраны верно.

Определяем скорость сварки:

$$V_{\text{св}} = \frac{\alpha_{\text{н}} \times I_{\text{св}}}{3600 \times \gamma \times F_{\text{н}}}, \quad (26)$$

Чтобы определить коэффициент наплавки, воспользуемся формулой:

$$\alpha_{\text{н}} = \alpha_{\text{р}} \times (1 - \psi), \quad (27)$$

где $\alpha_{\text{н}}$ – коэффициент расплавления, г/А×ч;

ψ – коэффициент потерь, определяемый по формуле;

$$\psi_n = -4,72 + 17,6 \times 10^{-2} \times j - 4,48 \times 10^{-4} \times j^2, \quad (28)$$

$$\psi_n = -4,72 + 17,6 \times 10^{-2} \times 200 - 4,48 \times 10^{-4} \times 200^2 = 12,56\%.$$

Посчитаем коэффициент расплавления, для определения коэффициента наплавки:

$$\alpha_{\text{р}} = 9,05 + 3,1 \times 10^{-3} \times \sqrt{I_{\text{св}}} \times \frac{l_{\text{в}}}{d^2}, \quad (29)$$

Вылет электрода принимаем равный 1,5 см, по рекомендации [31]:

$$\alpha_{\text{р}} = 9,05 + 3,1 \times 10^{-3} \times \sqrt{190} \times \frac{1,5}{1,2^2} = 13,2 \frac{\text{г}}{\text{А}} \times \text{ч},$$

$$\alpha_{\text{н}} = 13,2 \times (1 - 0,126) = 11,8 \frac{\text{г}}{\text{А}} \times \text{ч}.$$

Находим скорость сварки:

$$V_{\text{св}} = \frac{11,8 \times 190}{3600 \times 7,8 \times 22} = 0,36 \frac{\text{см}}{\text{с}} = \frac{14 \text{ м}}{\text{ч}}. \quad (30)$$

Рассчитаем скорость подачи электродной проволоки:

$$V_{\text{св}} = \frac{13,2 \times 190}{3600 \times 7,8 \times 1,13 \times 10^{-2}} = 8,9 \frac{\text{см}}{\text{с}} = 365 \text{ м/ч}, \quad (31)$$

где $F_{\text{эл}}$ – площадь поперечного сечения электрода, см²;

γ – плотность электродного материала, г/см³;

Проверку расчетов проводим, подставляя полученные данные в формулу:

$$H = 2 \times \sqrt{\frac{q}{\pi \times e \times c \rho \times T_{пл} \times \psi_{пр} \times V_{св}}}, \quad (32)$$

$$H = 0,0076 \times \sqrt{\frac{q_n}{\psi_{пр}}}, \quad (33)$$

где q_n – погонная энергия, Дж/см;

$c\rho$ – объемная теплоемкость;

$T_{пл}$ – температура плавления, °С;

Рассчитаем погонную энергию:

$$q_n = \frac{\eta_u \times I_{св} \times U_d}{V_{св}}, \quad (34)$$

где, η_u – коэффициент полезного действия нагрева изделия дугой, находящийся в пределе 0,8...4,0. Выбираем $\eta_u=0,8$;

$$q_n = \frac{0,85 \times 190 \times 25}{0,36} = 11215 \frac{\text{Дж}}{\text{см}}, \quad (35)$$

$$H = 0,0076 \times \sqrt{\frac{11215}{2,1}} = 0,56 \text{ см.}$$

Полученные данные отличаются незначительно, что входит в погрешность, значит режимы подобраны верно;

Определяем ширину провара:

$$e = \psi_{пр} \times H, \quad (36)$$

$$E = 2,1 \times 0,56 = 1,2 \text{ см.}$$

Находим высоту валика. Значения ψ_v выбирают в пределах 7...10. Принимаем значение 10, следовательно:

$$q = \frac{e}{\psi_v}, \quad (37)$$

$$q = \frac{1,2}{10} = 0,12 \text{ см.}$$

Площадь наплавки равна:

$$F_H = 1 \times 4 + 0,75 \times 1,2 \times 12 + 0,75 \times 1,2 \times 3 = 18,5 \text{ мм}^2.$$

Данная площадь наплавки практически совпадает по величине с площадью наплавки, которую мы считали по рекомендациям, значит мы выбрали оптимальные режимы для данного вида сварки.

Таблица 11 Элементы сварного соединения по Т1 согласно ГОСТ 14771-76 [16]

Условное обозначение	Конструктивные элементы		Способ сварки	К, мм	S, мм	b	
	Кромки деталей	Шва сварного соединения				Номин	Предел
T1			УП	5	3,2-5,5	0	+1,0

Толщина металла 4 мм. Так как мы знаем катет шва, мы можем определить площадь поперечного сечения наплавленного металла [34]:

$$F_H = \frac{k^2}{2}, \quad (38)$$

где k – катет углового шва;

$$F_H = \frac{5^2}{2} = 12,5 \text{ мм}^2,$$

Сварку выполняем за один проход.

Рассчитываем силу сварочного тока по формуле:

$$I_{св} = \frac{3,14 \times 1,2^2}{4} \times 200 = 226 \text{ А}. \quad (39)$$

Производим расчет оптимального напряжения дуги:

$$U_d = 17 + \frac{50 \times 10^{-3}}{\sqrt{1,2}} \times 226 \pm 1 = 27 \pm 1 \text{ В}. \quad (40)$$

Определяем коэффициент формы провара по формуле:

$$\psi_{\text{пр}} = 0,92 \times (19 - 0,01 \times 226) \times \frac{1,2 \times 27}{226} = 2,2. \quad (41)$$

Для механизированной сварки значения $\psi_{\text{пр}}$ должны находиться в пределах 0,8...4,0. Наше значение удовлетворяет заданным параметрам, соответственно режимы выбраны верно.

Подставляем полученные значения плотности тока j в формулу и получаем:

$$\psi_{\text{пр}} = -4,72 + 17,6 \times 10^{-2} \times 200 - 4,48 \times 10^{-4} \times 200^2 = 12,56\%. \quad (42)$$

Посчитаем коэффициент расплавления, для определения коэффициента наплавки:

$$\alpha_p = 9,05 + 3,1 \times 10^{-3} \times \sqrt{226} \times \frac{1,5}{0,12^2} = 14 \frac{\text{г}}{\text{А}} \times \text{ч}. \quad (43)$$

Принимаем вылет электрода l равный 1,5 см. по рекомендациям:

Чтобы определить коэффициент наплавки, воспользуемся формулой:

$$\alpha_n = 14 \times (1 - 0,1256) = 12,2 \frac{\text{г}}{\text{А}} \times \text{ч}. \quad (44)$$

Находим скорость сварки:

$$V_{\text{св}} = \frac{12,2 \times 226}{3600 \times 7,8 \times 0,125} \approx 0,79 \frac{\text{см}}{\text{с}} = 28 \text{ м/ч}, \quad (45)$$

Рассчитаем скорость подачи электродной проволоки:

$$V_{\text{св}} = \frac{14 \times 226}{3600 \times 7,8 \times 1,13 \times 10^{-2}} \approx 10 \frac{\text{см}}{\text{с}} = 360 \frac{\text{м}}{\text{ч}}. \quad (46)$$

Определяем глубину проплавления для проверки правильности расчетов, подставляя полученные данные в формулу:

$$H = 0,0076 \times \sqrt{\frac{3976}{3,1}} = 0,27. \quad (47)$$

Таблица 12 – Режимы сварки

Тип соединения	$F_H, \text{мм}^2$	Катет, мм	Режимы сварки					
			$I_{CB}, \text{А}$	$U_d, \text{В}$	$V_{CB}, \text{м} / \text{ч}$	$V_{ЭП}, \text{м} / \text{ч}$	Расход газа, л/мин	Диаметр эл. проволоки
ГОСТ 14771-76-С2	22	-	190	25	14	365	10	1,2
ГОСТ 14771-76-Т1	12,5	5	226	27	28	360	17	1,2

6 Подбор источника питания для ручной дуговой сварки покрытым электродом

В качестве источника питания принимаем трехфазный сварочный инвертор Форсаж – 301.

Трехфазный сварочный аппарат Форсаж-301 – это промышленный агрегат для профессиональной ручной электродуговой сварки плавкими штучными электродами диаметром до 5 мм. Аттестуется по НАКС.

Преимущества инверторного сварочного аппарата Форсаж-301:

- высокая мощность;
- компактность (небольшие габаритные размеры и малый вес);
- отличное качество сварки (в т.ч. легкий поджег и электронная стабилизация сварочной дуги);
- возможность осуществления продолжительного цикла работ;
- малое энергопотребление;
- высокая надежность сварочного аппарата;
- защита от пыли за счет эффективного управления работой вентилятора;

Сварочный аппарат инверторного типа Форсаж-301 позволяет осуществлять профессиональную ручную электродуговую сварку в любых

пространственных положениях с возможностью питания от передвижных автономных электрогенераторов. Высокая мобильность и портативность сварочного инвертора Форсаж-301 также обеспечивается за счет малых габаритных размеров, небольшой массы и возможности увеличения длины сварочных кабелей до 105 м (см. Протокол испытаний) с сохранением стабильных параметров сварки. Все эти преимущества приобретают особенное значение при работе в условиях с повышенными требованиями к безопасности или в полевых условиях.

Инверторный сварочный аппарат Форсаж-301 наиболее адаптирован для осуществления качественной ручной дуговой сварки (ММА) в строительно-монтажных организациях, в ЖКХ, на судостроительных предприятиях и др.

Функциональные возможности:

- цифровые индикаторы тока и напряжения;
- дистанционное управление сварочным током;
- возможность питания от автономных электростанций мощностью от 20 кВт×А;
- защита от перепадов напряжения сети (автоматическое отключение);
- защита от перегрузки, перегрева или при аварии;
- ограничение напряжения «холостого хода» до $U_{xx} < 12В$;
- функция «горячий старт» (HOT START) для идеального зажигания дуги;
- функция «форсаж дуги» (ARC FORCE) предотвращает залипание электрода;
- функция «антиприлипание» (ANTISTICK) обеспечивает отключение сварочного тока при коротком замыкании (КЗ) и его восстановление при снятии КЗ;

Таблица 13 – Технические характеристики аппарата Форсаж – 301

Характеристика	Значение
Напряжение питающей сети, В	380
Потребляемая мощность, кВт	17
Частота питающей сети, Гц	50/60
Напряжение холостого хода, В	76
Регулировка сварочного тока, А	20-315
Номинальное напряжение, В	40
Степень защиты	IP-22
Диаметр электрода, мм	1,6-5
Вес, кг	13,7
Габариты, мм	425x185x355

7 Выбор аппарата для механизированной сварки в среде углекислого газа плавящимся электродом

Трехфазный инверторный сварочный аппарат постоянного тока Форсаж - 302 предназначен для:

- полуавтоматической сварки (MIG/MAG) стальных, медных, титановых сплавов стальной и порошковой проволокой диаметром от 0,8 до 1,2 мм совместно с внешними механизмами подачи проволоки ФОРСАЖ-МПм, ФОРСАЖ-МП5 и ФОРСАЖ-МПЦ02;

- ручной дуговой сварки (ММА) плавкими штучными электродами диаметром от 1,6 до 5,0 мм;

- сварки неплавящимся вольфрамовым электродом в среде инертных газов (TIG) при наличии специальной горелки;

- оптимальные вольтамперные характеристики инвертора гарантируют идеальные сварочные свойства как в режиме полуавтоматической сварки, так и в режиме ручной дуговой сварки. Аттестуется по НАКС;

Инверторный сварочный аппарат ФОРСАЖ-302 обеспечивает:

- стабильность процесса сварки;
- высококачественное формирование шва;
- выполнение сварки в любых пространственных положениях;
- высокие эксплуатационные характеристики при работе в особо сложных климатических условиях;

В режиме MIG/MAG для достижения большей мобильности возможно увеличение длины кабеля управления, соединяющего источник тока и механизм подачи проволоки, до 20 м каждого.

Функциональные особенности:

- установка и контроль сварочного тока и напряжения по цифровым индикаторам;

- автоматическое отключение при перепадах напряжения сети;
- возможность питания от передвижных электростанций мощностью не менее 20 кВт·А;

- дистанционное управление сварочным током и выходным напряжением;
- защита от перегрева, перегрузки или при аварии;
- ограничение напряжения «холостого хода» до $U_{xx} < 12$ В в режиме MMA (для аппаратов, аттестованных по РД 03-614-03);

- функции HOTSTART, ARC FORCE, ANTISTICK

- функция «Индуктивность» (обеспечивает оптимальную для механизированной сварки скорость изменения тока КЗ)

- функция «Наклон ВАН»;
- функция «Базовый ток»;
- функция автоматического включения режима полуавтоматической сварки MIG/MAG;

-встроенный блок питания с выходным напряжением +24 В для механизма подачи проволоки;

Таблица 14 – Технические характеристики аппарата Форсаж – 302

Характеристика	Значение
Напряжение питающей сети, В	380
Потребляемая мощность, кВт	17
Частота питающей сети, Гц	50/60
Напряжение холостого хода, В	70-100
Регулировка напряжения MIG/MAG, В	10-30
Номинальное напряжение, В	24
Степень защиты	IP-22
Диаметр проволоки, мм	0,8-1,2
Вес, кг	14,3
Габариты, мм	425x185x355

8 Подготовка кромок под сварку

При подготовке формы кромок под сварку учитываются угол разделки кромок α , притупление кромок S , длина скоса листа L при наличии разности толщин металла, также смещение кромок относительно друг друга M , зазор между стыкуемыми кромками B .

Угол разделки кромок необходимо выполнять при толщине металла более 3 мм, так как ее отсутствие может привести к непровару сечения сварного соединения, и также возможен перегрев и пережог металла; если разделки кромок нет, то сварщик для обеспечения качественного провара соединения должен увеличить величину сварочного тока.

Зазор, который необходимо грамотно установить перед сваркой, обеспечивает полный провар сечения сварного соединения, накладывая корневой слой шва.

Если в сварном соединении необходимо образовать переход разных толщин металла, то необходимо регулировать длину скоса листа, тем самым убираются концентраторы напряжений в сварном соединении.

Притупление кромок является так же важным моментом при сварке. Оно обеспечивает правильное исполнение провара корневого шва, что влияет на целостность всей конструкции. При отсутствии притупления могут образовываться непровары в соединении.

Производить подготовку кромок под сварку следует выполнять на механических станках –токарных, фрезерных, строгальных.

Листы, которые изготовлены из углеродистых сталей, следует обрабатывать газокислородной резкой. Цветные металлы и нержавеющие стали следует подготавливать плазменной резкой.

После обработки газокислородной резки следует дополнительно обработать механическим путем для того, чтобы исключить самые мелкие включения, которые могут навредить сварному соединению.

9 Сборка и сварка изделия

Перед тем как приступить к сборке нашего изделия, все кромки стоит зачистить не менее чем на 50 мм от края, чтобы исключить даже малейшее влияние неподобающих условий на сварочный процесс.

Все изделия, приходящие на сборку, в обязательном порядке должны иметь свой номер и содержать различную документацию.

Сборка конструкции должна осуществляться в условиях, при которых будут невозможны влияния различных факторов, могущих повлиять на качество сварного процесса(осадки и т.д.). Соединение деталей необходимо

производить при помощи инструментов, которые позволяют выдержать необходимую точность и надежность закрепления на сборочном участке.

Должны использоваться приспособления, позволяющие вести сварку при неизменности положения свариваемых деталей друг от друга. При сборке исключить ударные нагрузки на детали. К сварочному процессу приступаем непосредственно только после того как ответственное лицо проверит соответствие проделанных работ бумажной документации.

Последовательность и количество сварных швов должны давать минимальные нагрузки на соединяемые детали во избежание опасных моментов(отсутствие деформации). Сварочный процесс должен проходить под четким соответствием технологическим картам, в которых будет расписана правильность слесарно-сборочных работ, согласно ГОСТ 3.1407-86 [8], сварочный процесс - ГОСТ 3.1705-81 [24]

Если длина изделия находится в пределах от 300 до 1000 мм, то сварочные работы должны вестись от середины к краям.

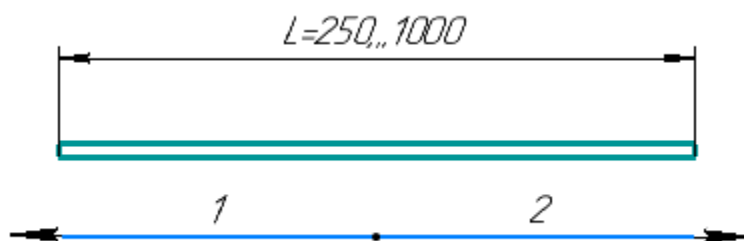


Рисунок 3 – Сварка от середины к краям

Заготовленные заранее уголки и стальная пластина собираются при помощи нужных и требуемых приспособлений, после чего производится проваривание одной стороны, затем изделие переворачивается, закрепляется неподвижно и производим сваривание оставшихся деталей. Когда процесс сварки закончится нужно освободить изделие из закрепляющих

приспособлений и провести визуальный осмотр сварочных швов на предмет дефектов.

Для сварки лестничного марша нам необходимо закрепить согласно технологической карте два швеллера № 12 и пять ступеней так, чтобы обеспечить необходимую неподвижность конструкции. Производим сварку ступеней под углом в 30 градусов. Как только завершится сварочный процесс, необходимо так же освободить готовое изделие из закрепляющего приспособления и визуально проконтролировать сварные швы. Более подробно с процессом сборки и сварки можно ознакомиться в комплекте документов на технологический процесс (ФЮРА. 02190.00001)

Масштаб 1:15

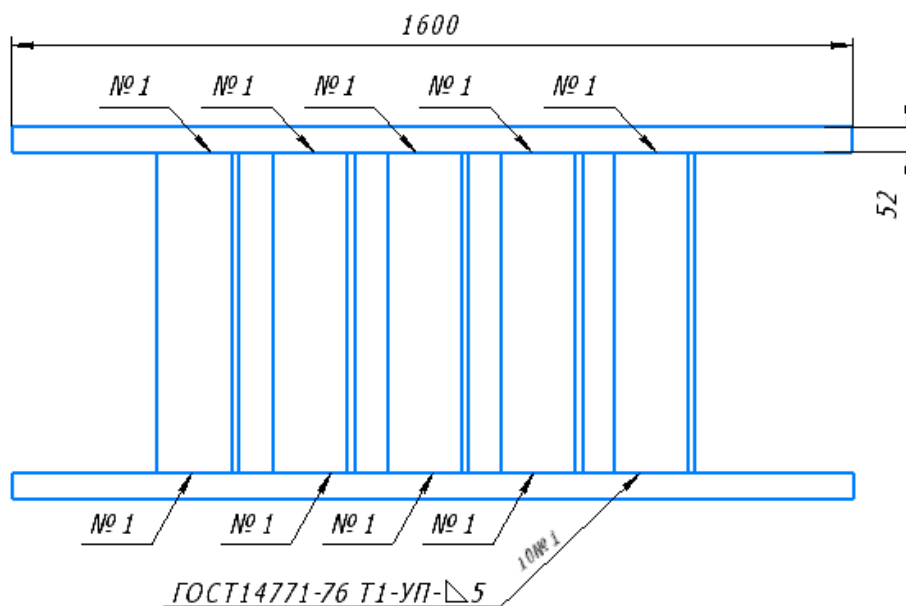


Рисунок 4 – Сварка лестничного марша

10 Проверка качества соединения

Качество с которым ведется сварка очень сильно определяют надежность получившейся конструкции. При наличие дефектов в сварном шве, будет

происходить значительные отклонения от тех свойств и форм и сплошности шва и околошовной зоны, которые должны быть. Это может привести к нарушению прочности и различных других характеристик изделия, что будет способствовать возникновению нештатных ситуаций в процессе как изготовления, так и монтажа или обслуживанию данного узла.

Дефекты, которые могут возникнуть в полученном сварном соединении, различают по месту расположения. Это могут быть наружные (происходит нарушение размеров и формы сварного шва, возникают подрезы, свищи наплывы, прожоги) и внутренние (сюда относятся непровары, поры, трещины, шлаковые включения). Контроль необходимо осуществлять как во время проведения сварных действий, так и незамедлительно после завершения работ. Перед началом работ возникает необходимость провести предварительный контроль сборочно-сварочных приспособлений, так же качество применяемых материалов.

Операционный контроль выполняемых действий будет исполняться сварочными мастерами и мастерами службы технического контроля. Контроль выполненных сварочных работ выполняют внешним осмотром и проверяют геометрические параметры сварного шва (размеры и форму). Работы выполняют с помощью измерительных инструментов, которые поверены и проверены и имеют точность 0,1 мм, либо с помощью универсальных шаблонов сварщика. Так же используется лупа с увеличением в 4-10 раз.

Соответственно после выполнения сварочных работ производится внешний осмотр и начинается процесс измерения геометрических параметров швов опираясь на ГОСТ 3242-79 [28]. Все обнаруженные дефекты незамедлительно удаляются, посредством убирания металла с помощью механических приспособлений, а после участок заново проваривается после зачистки и проверяется вновь.

11.1 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» в работе «Разработка технологии сборки и сварки лестничного марша» является определение ресурсной эффективности данного проекта, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Для этого были поставлены следующие задачи:

- 1) Проведение предпроектного анализа,
- 2) Планирование научно-исследовательских работ,
- 3) Расчет бюджета научного исследования,
- 4) Определение ресурсной, финансовой, бюджетной и экономической эффективности исследования

11.1.1 Цели и результат проекта бакалаврской работы

Таблица 15 Цели и результат проекта

Цели проекта:	Разработка технологии сборки и сварки лестничного марша специального назначения.
Ожидаемые результаты проекта:	Сравнение с аналоговыми изделиями и выявление более эффективного и выгодного варианта.
Критерии приемки результата проекта:	Предоставление методики выполнения исследования, своевременное предоставление результатов и выводов исследования.
Требования к результату проекта:	Доказать то, что механизированная сварка в среде углекислого газа наиболее выгодна и эффективна в сравнении с ручной дуговой сваркой.

11.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- 1) технические характеристики разработки;
- 2) конкурентоспособность разработки;
- 3) уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.);
- 4) бюджет разработки;
- 5) уровень проникновения на рынок;
- 6) финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения. В таблице 16 приведена оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений.

Таблица 16 Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок).

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1.Удобство в эксплуатации	0,3	5	4	4	1,5	1,2	1,2
2.Надежность	0,2	5	4	5	1,0	0,8	1,0
3.Внешний вид	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
4.Легкость установки	0,1	5	5	4	0,5	0,5	0,4
5.Простота обслуживания	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
6.Простота эксплуатации	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
Экономические критерии оценки ресурсоэффективности							
7.Конкурентоспособность	0,05	4	5	4	0,2	0,25	0,2
8.Уровень проникновения на рынок	0,05	4	5	5	0,2	0,25	0,25
9.Цена	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3
Итого	1	42	40	38	4,85	4,25	4,2

Ф – изделие нашей разработки, К1 – изделие Новосибирского завода, К2 – изделие Красноярского завода.

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в табл. 16, подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5

– наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (48)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Из таблицы 16 видно, что разрабатываемый продукт конкурентоспособен, по сравнению с конкурентной продукцией, за счет таких показателей, как простота эксплуатации, надежность, легкость установки и цена, что является важным аспектом для продвижения данного изделия на соседние рынки сбыта.

11.2 Планирование научно-исследовательских работ

11.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 17.

Таблица 17 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работ	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Бакалавр
	3	Выбор направления исследований	Руководитель, бакалавр
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, бакалавр
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Бакалавр
	6	Построение макетов	Руководитель, бакалавр
	7	Подготовка к сварке	Руководитель, бакалавр
	8	Сварка	Бакалавр
	9	Зачистка сварных швов	Бакалавр
	10	Контроль сварных швов	Руководитель, бакалавр

Обобщение и оценка результатов	11	Оценка полученных результатов	Бакалавр
	12	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель, бакалавр
Проведение ОКР			
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	13	Составление пояснительной записки (Эксплуатационно- технической документации)	Бакалавр

11.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула [19]:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (49)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

t_{maxi} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} \quad (50)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

11.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганна [19].

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} \quad (51)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (52)$$

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,47$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Все рассчитанные значения необходимо свести в таблицу 18.








Таблица 18 - Временные показатели проведения научного исследования

Название Работы (Этапы)	Трудоёмкость работ			Исполнители	Дли-ть работ в рабочих днях T_{pi}	Дли-ть работ в календарных днях T_{ki}
	$t_{\text{min,}}$ чел- дни	$t_{\text{max,}}$ чел- дни	$t_{\text{ожі}}$ чел- дни			
Разработка технического задания	1	3	1,8	Руководитель	1,8	3
Подбор и изучение материалов по теме	16	20	17,6	Дипломник	17,6	26
Выбор направления исследования	4	6	4,8	Руководитель, дипломник	2,4	4
Календарное планирование работ	2	4	2,4	Руководитель, дипломник	1,2	2
Проведение теоретических расчетов и обоснований	6	9	7,2	Дипломник	7,2	11
Построение моделей и проведение экспериментов	26	29	27,2	Дипломник	27,2	40

Сопоставляем результат экспериментальный с теоретич. исследованием	4	6	4,8	Руководитель, дипломник	2,4	4
Оценка эффективности полученных результатов	2	4	2,4	Руководитель, дипломник	1,2	2
Определение целесообразности проведения ОКР	2	4	2,4	Руководитель, дипломник	1,2	2
Оформление отчета по НИР	6	8	6,8	Дипломник	6,8	11
Итого	77,4			Итого	105	

На основе таблицы 18 строится календарный план-график, для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) в период времени дипломирования. При этом работы на графике выделяются различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Таблица 19 - Календарный план-график проведения НИРС по теме

№ работ	Вид работ	Исполнители	T_{ki} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ													
				февр.		март			Апрел ь			май			июн ь		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Составление тех. задания	Руководитель	3														
2	Изучение литературы	Дипломник	26														
3	Выбор напр. исследования	Руководитель, Дипломник	4														
4	Календарное планирование	Руководитель, Дипломник	2														
5	Теоретические расчеты и обоснования	Дипломник	11														
6	Построение моделей, проведение экспериментов	Дипломник	40														
7	Сопоставление результатов	Руководитель,	4														

	исследований с теоретическим и	Дипломник															
8	Оценка эффективности	Руководитель, Дипломник	2														
9	Определение целесообразности ОКР	Руководитель, Дипломник	2														
10	Оформление отчета по НИР	Дипломник	11														



- Руководитель



- Дипломник

Вывод: в результате проведения планирования научно-исследовательских работ была сформирована рабочая группа, в состав которой вошли ответственное лицо - научный руководитель и исполнитель – дипломник. Также был составлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, произведено распределение исполнителей по видам работ. Определена трудоемкость выполнения работ равная 77,4 дней. Был изобретен план проекта, и в соответствии с ним построен календарный график проекта.

11.3 Бюджет научного исследования

11.3.1 Расчет материальных затрат НИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi} \quad (53)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

$Ц_i$ – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Величина коэффициента (k_T), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 20.

Таблица 20 - Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Кол-во	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, ($З_m$), руб.
Сварочная проволока Св-08ГС	Килограмм (кг)	1,066	80,5	85,8
Углекислый газ, высший сорт	Литр (л)	1,01	6.2	6,26
Итого				95,06

Из затрат на материальные ресурсы, включаемых в себестоимость продукции, исключается стоимость возвратных отходов.

11.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене [19]. Расчет затрат по данной статье заносится в таблицу 21.

Учетом стоимость оборудования, используемого при выполнении НТИ и имеющегося на нашем предприятии в виде амортизационных отчислений. Расчет проводим по методу равномерного прямолинейного списания - стоимость списывается равномерными долями в течение периода эксплуатации

$$AO_i = \frac{C_{пер} - C_{ликв}}{t} \quad (54)$$

где АО - годовые амортизационные отчисления, руб;

t - срок службы оборудования, год.

$C_{пер}$ - первоначальная стоимость оборудования, руб;

$C_{ликв}$ - ликвидационная стоимость оборудования, руб;

Примем $C_{ликв} = 0,03 \cdot C_{пер}$.

Таблица 21- Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудован ия	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Срок службы, лет
1.	Форсаж - 302	1	53000	5
2.	Механизм подачи Форсаж МП5	1	25000	5
3.	Маска электросварочная (с наголовником) стеклопластиковая отечественная	1	350	5
4.	Кабель силовой КГ-200CAGE	1	2500	5
5.	Баллон с углекислым газом	1	6000	5
6.	Рукав резиновый диаметром 9,0 мм (3 кл.)	1	500	5
7.	Регулятор расхода газа У-30П-2(с подогревателем)	1	1100	5
	Итого		88450	

Затраты на амортизацию всего оборудования составили 17700

11.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада [19].

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп} \quad (55)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $З_{осн}$).

Основная заработная плата ($З_{осн}$) руководителя от предприятия рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p \quad (56)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.

$З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_{м} \cdot M}{F_d} \quad (57)$$

где $З_{м}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Таблица 22 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Дипломник
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	104	104
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	40
- невыходы по болезни	0	6
Действительный годовой фонд рабочего времени	199	201

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} \quad (58)$$

где $З_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент;

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (берем для Томска)

Таблица 23 - Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$З_{\text{тс}}$, руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{м}}$, Руб	$З_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р}}$, раб. дн.	$З_{\text{осн}}$, руб.
Руководитель	23264,86	0,3	0,3	1,3	48390,9	2528,97	13,3	33635,301
Дипломник	0	0	0	0	0	0	0	0

11.3.4 Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} \quad (59)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (примем равным 0,13).

Таблица 24 - Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Дипломник
Основная зарплата	33635,301	0
Дополнительная зарплата	4372,589	0
Зарплата исполнителя	38007,89	0
Итого по статье $C_{\text{зп}}$	38007,89	

11.3.5 Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) \quad (60)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2018 г. в соответствии с Федеральным закона от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2018 году водится пониженная ставка – 27,1%.

$k_{\text{внеб}}$ принимаем равным 0,271;

$$C_{\text{внеб}} = 0,271 \cdot 38007,89 = 10300,2 \text{ руб.}$$

11.3.6 Накладные расходы

В эту статью включаются затраты на управление и хозяйственное обслуживание, которые могут быть отнесены непосредственно на конкретную тему. Кроме того, сюда относятся расходы по содержанию, эксплуатации и ремонту оборудования, производственного инструмента и инвентаря, зданий, сооружений и др. В расчетах эти расходы принимаются в размере 70 - 90 % от суммы основной заработной платы научно-производственного персонала данной научно-технической организации.

Накладные расходы составляют 80-100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (61)$$

где $k_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов. Принимаем равным 0,8.

$$C_{\text{накл}} = 0,8 \cdot 38007,89 = 30406,312 \text{ руб.}$$

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости НТИ, приведенная в таблице 25.

Таблица 25 - Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия.	95,06
Специальное оборудование для научных работ	17700
Основная заработная плата	33635,301
Дополнительная заработная плата	4372,589
Отчисления на социальные нужды	10300,2
Накладные расходы	30406,312
Итого плановая себестоимость	96509,462

Вывод: В результате проведенной работы над «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» сделано:

- выполнено планирование научно-исследовательских работ, в результате которого была сформирована рабочая группа;
- составлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, произведено распределение исполнителей по видам работ;
- определена трудоемкость выполнения работ равная 78,2 дней;
- разработан план проекта, и в соответствии с ним построен календарный график проекта;
- произведены расчеты входящие в бюджет научного исследования: затраты на сырье и материалы, на оборудование, основная и дополнительная заработная плата исполнителей научного исследования, учтены отчисления на социальные нужды и накладные расходы;
- произведен расчет бюджета исследования себестоимость проекта составляет 96509,462 рублей;
- проведена оценка сравнительной эффективности проекта. Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволило определить, что представленное в бакалаврской работе исследование и решение технической

задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности является наиболее эффективным.

12 Социальная ответственность

Введение

В настоящее время на предприятиях, заводах и фабриках, очень широко применяются металлические лестницы. Исходя из того, что производственные площади являются зонами с повышенным травматизмом, ко всем лестничным маршам и иным схожим конструкциям предъявляют весьма повышенные требования согласно ГОСТ 231188-2012 при производстве, монтаже и эксплуатации отдельных элементов.

Лестничные марши предназначены для перемещения людей, находящихся в данном сооружении между этажами. Лестничные марши можно разделить на две категории. Марши, находящиеся непосредственно внутри здания, называют встроенными. Марши бывают и вынесенными за пределы здания. Это нужно для быстрого доступа ко всем помещениям предприятия.

Для обеспечения безопасности, лестничные марши должны соответствовать всем требованиям, которые предъявляются к аварийным сооружениям. Данная конструкция относится к лестничным маршам служебного назначения. Она нужна для простого доступа к нужному оборудованию.

Общая площадь рабочего цеха составляет 250 м². Место, где происходит процесс сваривания лестничных маршей 36 м². Так же можно выделить, что размер одного рабочего места для каждого сварщика не должна быть менее 4,5 м².

На месте производства имеют место быть такие опасные и вредные факторы как:

- поражение электрическим током;
- излучение световым потоком сварочной дуги;
- нахождение в окружающем воздухе вредных примесей, пыли;
- пожарная опасность;
- слабая освещенность рабочего участка мастера;

- несоответствие параметров климата заданным условиям;
- физические нагрузки.

12.1 Производственная безопасность

12.1.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов

Любую сварку постоянно сопровождают сразу несколько факторов, которые представляют опасность как для самого сварщика, так и для окружающих его людей.

Весьма сильное ультразвуковое или световое излучение сварочной дуги при воздействии на глаза рабочего человека может привести к возникновению воспалительного заболевания глазного яблока (электроофтальмия), а при длительном воздействии появляется поражение клетчатки глаз (конъюнктивит). Инфракрасные коротковолновые лучи могут так же вызвать такое сильное заболевание как помутнение хрусталика глаза (катаракта). Наиболее вредное воздействие лучей сварочной дуги на органы зрения оказывается в радиусе до 10 метров [17].

Кожный покров обычно стараются защитить рабочей одеждой, выдаваемой на предприятии, а лицо и часть шеи закрывают специальным щитком или шлемом. Глаза находятся в относительно спокойном положении благодаря специальным темным стеклам-светофильтрам, которые вставляют в щиток или шлем. Эти стекла совсем не пропускают ультрафиолетовые лучи, а инфракрасные пропускают в пределах от 0,1 до 4%, что позволяет не оказывать наиболее вредного воздействия на органы глаз сварщика.

При заболевании глаз от световой радиации, необходимо немедленно обратиться к врачу, а при невозможности получения быстрой медицинской помощи следует делать примочку глаз слабым раствором пищевой соды.

При исполнении сварочных работ в процессе выгорания обмазки электрода и элементов легирующего покрытия повышается загрязняемость воздуха вокруг рабочего места, для предотвращения этого необходимо

устанавливать устройства вытяжной вентиляции в зоне дыхания сварщика. Выбрасывать воздух нужно за пределы рабочих зон. Для удаления газов и пыли применяется как местная вентиляция рабочего места, так и приточно-вытяжная вентиляция всего помещения. Приточный воздух должен поступать рассеяно в рабочую зону помещений, в основном на не сварочные участки, а также там, где вытяжная вентиляция осуществляется посредством местных отсосов. Скорость движения воздуха, на рабочих местах должна быть не более 0,3 м/с [17].

Для обезжиривания металла и сварочных материалов от масляных загрязнений не следует применять трихлорэтилен, дихлорэтан и другие хлорированные углеводороды, так как при соединении их с азотом, присутствующим в атмосфере при дуговой сварке, может образовываться удушливый газ (фосген).

12.1.2 Освещение

Проектирование, устройство и эксплуатация освещения должны выполняться в соответствии с требованиями санитарных правил, действующих СНиП II-4-79 [21], а так же правил устройства электроустановок (ПУЭ) [22].

Во всех производственных помещениях, в которых постоянно пребывает человек, должно быть предусмотрено естественное освещение. Основная задача освещения – создание наилучших условий для видения. В действующих нормах проектирования помещений СНиП II-4-79 задаются как количественная, так и качественная характеристика искусственного освещения.

При определении норм освещенности следует учитывать ряд условий вызывающих необходимость повышения уровня освещенности выбранного по точности зрительной работы. Допустимые коэффициенты пульсации в зависимости от системы освещения и характера выполняемой работы не должна превышать 10-20 % [22]. Цветовая отделка интерьеров помещений и

оборудования в сварочных цехах должна соответствовать указаниям по проектированию цветовой отделки интерьеров производственных зданий промышленных предприятий. Объект – цеховое помещение. В данном помещении применяется естественное и искусственное освещение. Норма освещенности должна быть не ниже 150лк. В качестве осветительных приборов применяем люминесцентные светильники марки ЛПП 12-3·54-701 У5.

12.1.3 Шумы и вибрации

Нормируемые параметры шума на рабочих местах определены ГОСТ 12.1.003-83* и санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

На рабочем месте сварщика присутствует шумное оборудование:

- сварочные автоматы;
- стенд для сборки и сварки;
- кран – балка;
- отрезной инструмент;
- сверлильные станки.

Для оценки шума используют частотный спектр измеряемого уровня звукового давления, выраженного в дБ, в октавных полосах частот, который сравнивают с предельным спектром. Уровень звукового давления ~ 74 дБА, что не превышает норм 80 дБА (по ГОСТ 12.1.003–83) [18].

12.1.4 Воздушная среда и микроклимат

Нормы производственного микроклимата установлены системой стандартов безопасности труда ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно - гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». В этих нормах отдельно нормируется каждый компонент микроклимата в рабочей зоне производственного помещения: температура, относительная влажность,

скорость воздуха в зависимости от способности человека к акклиматизации в разное время года, характера одежды, интенсивности производственной работы и характера тепловыделений в рабочем помещении.

Вредными основными веществами, выделяющимися при сварке сталей, являются: окись углерода, хром, марганец и фтористые соединения.

Они могут кратковременно вызвать негативное воздействие на здоровье персонала. Некоторые составляющие дыма (цинк, магний, медь, и оксид меди) могут вызывать лихорадку. Основные симптомы лихорадки, включая озноб, жажду, повышенную температуру, боли, одышку, усталость, тошноту, и металлический привкус во рту могут появиться спустя 4-12 часов после воздействия.

Дым также раздражает глаза, слизистую носа, дыхательных путей, вызывает кашель, одышку, бронхит, отек легких и пневмонит. Желудочно - кишечные расстройства: тошнота, потеря аппетита, рвота, спазмы, и замедленное усвоение также связаны со сваркой.

Даже кратковременное воздействие некоторых компонентов дыма, выделяющегося во время сварки, например, кадмия, может быть фатальным. Газы, выделяющиеся во время сварки могут также быть чрезвычайно опасны. Например, в результате воздействия ультрафиолетового излучения сварочной дуги кислород и азот, находящиеся в воздухе, вступают в химические реакции, образуя озон и окислы азота. Эти газы в больших дозах смертельны, а в малых могут вызывать раздражение слизистой оболочки носа и носоглотки и серьезные респираторные, легочные заболевания.

В таблице 27 представлены классы опасностей вредных веществ выделяющихся при сварке сталей [17].

Таблица 26 - Классы опасностей вредных веществ выделяющихся при сварке сталей

Вещество	ПДК, мг/м ³	Класс опасности	Агрегатное состояние
Марганец	0,05	1	аэрозоли
Хром	0,1	1	аэрозоли
Фторис. соедин.	0,5	2	аэрозоли
Оксид углерода	20	4	газы или пары

Согласно ГОСТ 12.1.005 – 88 предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений не должна превышать величин, указанных в таблице 26.

В сварочных цехах на стационарных рабочих постах, а также, где это возможно, на нестационарных постах следует устанавливать местные отсосы. Скорость движения воздуха, создаваемая местными отсосами у источников выделения вредных веществ, должна соответствовать нормам, приведенным в таблице 27 [17].

Таблица 27 - Скорость движения воздуха, создаваемая местными отсосами у источников выделения вредных веществ

Процесс	V, м/с
Ручная сварка	> 0,5
Сварка в защитных газах	< 0,3

Количество вредных веществ, локализуемых местными отсосами составляет для вытяжных шкафов не более 90%, а для местных отсосов других видов не более 75%. Оставшиеся количество вредных веществ (10 - 20%) должно

разбавляться до ПДК с помощью общеобменной вентиляции [18]. В данном случае рабочее место сварщика по ПДК, относится к 2 классу опасности.

12.1.5 Электробезопасность

Причины и практические условия возникновения электропоражений:

- прикосновение к оголенным токоведущим частям, находящимся под напряжением. При этом следует отличать проводящую часть электроустановки от ее токоведущей части. Проводящая часть – часть электроустановки, которая может проводить электрический ток. Токоведущая часть – проводящая часть электроустановки, находящаяся в процессе ее работы под рабочим напряжением, в том числе нулевой рабочий проводник;
- прикосновение к корпусам электрооборудования и конструктивно связанных с ними металлическим предметам и сооружениям, которые нормально не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним вследствие повреждения изоляции проводов (кабелей). Указанные корпуса и металлические предметы в соответствии с терминологией, принятой в ПУЭ, относятся к открытым проводящим частям (ОПЧ). Открытая проводящая часть – доступная прикосновению проводящая часть электроустановки, нормально не находящаяся под напряжением, но которая может оказаться под напряжением при повреждении основной изоляции. Открытую проводящую часть электроустановки не следует смешивать с понятием сторонняя проводящая часть, т. е. проводящая часть, не являющаяся частью электроустановки;
- прикосновение к отключенному, но электрически заряженному оборудованию (к конденсаторам, кабелям);
нахождение в недопустимой близости от места замыкания провода(кабеля) на землю. Например, к оборванному проводу, одним концом лежащему на земле, запрещается приближаться на расстояние менее 8 м во избежание попадания под шаговое напряжение;

- все поражения, связанные с действием электрической дуги и продуктов ее сгорания, а также с влиянием электрических и магнитных полей повышенной напряженности.

Сварщику на своем рабочем месте приходится работать с оборудованием, находящимся под напряжением 220 В и 380 В частотой 50 Гц, поэтому возникает опасность поражения электрическим током. В нашем случае, это сварочный аппарат, УШМ, автоматы для сварки – все это представляет потенциальную угрозу для человека. Все оборудование должно быть выполнено в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.019–79 [27].

Основными условиями, обеспечивающими устранение электротравм являются:

- а) правильное устройство электроустановок;
- б) обученность электроперсонала;
- в) соблюдение правил по безопасному обслуживанию электроустановок;
- г) надзор за производством работ в электроустановках.

Для предотвращения поражения электрическим током необходимо следовать следующим правилам техники безопасности:

- необходимо надежно заземлять корпуса источников питания и установок, а также свариваемое изделие;
- запрещено касаться голыми руками (без диэлектрических перчаток) токонесущих частей сварочных установок, а также проводов без изоляции или с поврежденной изоляцией;
- перед началом работ необходимо проверять исправность изоляции сварочных проводов, сварочного инструмента и оборудования, а также надежность всех контактных соединений сварочной цепи;
- при длительных перерывах сварочного процесса источник сварочного тока следует отключать;

При прокладке сварочных проводов и при каждом их перемещении не допускать:

- соприкосновения проводов с водой, маслом, стальными канатами, рукавами (шлангами) и трубопроводами с горючими газами и кислородом, а также с горячими трубопроводами;
- повреждения изоляции;
- нельзя ремонтировать сварочное оборудование и установки, находящиеся под напряжением;
- сварщик не должен самостоятельно подключать источник питания сварочной дуги к силовой сети, или производить в ней ремонт, связанный с работой источника питания. Все эти работы выполняют только электрики цехов.

Все электрооборудование сварочных цехов и участков должно соответствовать «Правилам устройства электроустановок» (ПУЭ). [21] Кроме того, следует выполнять указания по эксплуатации и безопасному обслуживанию электросварочных установок [18]. Обслуживание электроустановок поручается лицам, прошедшим медицинский осмотр и специальное обучение.

В случае поражения сварщика электрическим током необходимо срочно отключить ток ближайшим выключателем или отделить пострадавшего от токоведущих частей, используя сухие подручные материалы (шест, доску и др.). После этого положить его на теплую подстилку и по возможности согреть. Немедленно вызвать медицинскую помощь, учитывая, что промедление свыше 5-6 минут может привести к непоправимым последствиям. При бессознательном состоянии пострадавшего следует освободить от стесняющей одежды и немедленно приступить к искусственному дыханию, также необходимо находиться рядом с пострадавшим до прибытия врача.

В нашем случае помещение для сварщика относится к 2ой группе электробезопасности (ПУЭ) [22], так как на производстве имеются перечисленные факторы опасности.

12.1.6 Пожарная безопасность

Главными причинами возникновения пожароопасных ситуаций в сварочных цехах машиностроительных предприятий могут быть:

- нарушение технологического процесса; неисправность оборудования;
- искры, летящие при сварке;
- изменение приборов с отклонением от технологических схем;
- самостоятельное возгорание промасленной ветоши и других легковоспламеняющихся материалов.

Основные параметры и меры противопожарной защиты предприятий указаны в стандарте ГОСТ 12.1.010-76 «Взрывобезопасность. Общие требования». Этим стандартом возможная частота пожаров и взрывов указывается такой, чтобы частота их возникновения в течение года не превышала 10^{-6} .

Мероприятия по пожарной профилактике разделяются на организационные, технические, режимные и эксплуатационные. Пожарная безопасность объекта регламентируется, строительными нормами правилами, межотраслевыми правилами пожарной безопасности. Пожарная безопасность может быть обеспечена мерами пожарной профилактики и активной пожарной защитой. Понятие профилактики включает в себя комплекс мероприятий, необходимых для предотвращения пожара или уменьшение его последствий. В сварочном производстве в цехах сборные конструкции выполняют из негорючего материала и трудногорючего. Здания в сварочном производстве относятся по второй степени огнестойкости сооружений к категории «Г» [26].

Для быстрой ликвидации пожара нормами первичных средств пожаротушения сварочного цеха каждые 200 м² предусматривают один огнетушитель ОУ – 2, ящик с песком емкостью 0,5 м³ и две лопаты. Пожарные краны, стволы и другие средства пожаротушения должны содержаться в исправности и находиться в определенных местах.

12.2 Экологическая безопасность

Окружающая нас природа изменяется в результате человеческой деятельности. С ростом объектов промышленного производства существенно изменяется состав атмосферы, существует опасность глобального потепления климата, разрушается озоновый слой.

Мероприятия по повышению экологической чистоты можно разделить на следующие группы:

- охрана и рациональное использование водных ресурсов;
- охрана и рациональное использование воздушного бассейна.

Первая группа мероприятий направлена на создание сооружений по очистке сточных вод, систем оборотного водоснабжения. Вторая группа мероприятий связана с сооружением установок для электрической и химической очистки газов, с обработкой и внедрением пылеуловителей, утилизаторов отходов, а так же различного вида установок для вторичного использования отходов производства. Проектируемые и внедряемые в сварочное производство машины, оборудования, технология не должны в процессе эксплуатации вызывать вредные экологические последствия. При разработке и внедрении технологических процессов предпочтения должны отдаваться безотходным технологиям [26]. Так как на предприятиях применяются осветительные приборы, такие как люминесцентные лампы, значит следует разработать меры по их дальнейшей утилизации при их выходе из строя.

Хранение люминесцентных ламп должно осуществляться в помещении, которое отдельно расположено от производственных цехов. Оно должно соответствовать требованиям правил хранения токсичных отходов и санитарных норм. В нем должна быть налажена система вентиляции.

Полы в помещениях следует изготавливать из такого материала, который не будет позволять попадать вредному металлу в окружающую среду. На случай же возможной аварийной ситуации в помещениях для хранения ламп дневного

света должно быть установлено не менее 10 литров воды и запас марганцевого калия.

Отработанные люминесцентные светильники должны быть помещены плотную тару. В роли ее могут выступать картонные коробки, коробки из ДСП, фанеры, бумажные или полиэтиленовые мешки. В одной картонной коробке должно быть не более 30 единиц продукции. Емкости должны быть расставлены на стеллажах, чтобы обезопасить их от любого механического воздействия. На каждой из них должна быть надпись «Отход 1 кл. опасности. Отработанные люминесцентные лампы».

Проблема утилизации отработанных люминесцентных ламп очень остро возникает на крупных предприятиях. Существует очень небольшое количество мест, где перерабатывают вышедшие из эксплуатации лампы. Предприятие заключает договор с перерабатывающей компанией и та забирает лампы крупными партиями, для их дальнейшего уничтожения.

12.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Главной задачей при возникших чрезвычайных ситуациях является защита населения от возможных средств поражения. Выполнение этой задачи достигается:

- укрытием населения в защитных сооружениях;
- эвакуацией из городов и обеспечением индивидуальными средствами защиты от оружия массового поражения.

В современных условиях защита осуществляется путем проведения комплекса мероприятий включающих в себя три способа защиты:

- рассосредоточенность и эвакуация;
- укрытие людей в защитных сооружениях;
- обеспечение индивидуальными средствами защиты;

Радиоактивное заражение местности, воды и воздушного пространство возникает в результате выпадения радиоактивных веществ из облака ядерного

взрыва. Местность считается зараженной при уровне радиации от 0,5 р/час и выше. Заражение предметов, техники и кожных покровов человека измеряется в миллирентгенах в час. Характерной особенностью радиоактивного взрыва является то, что постоянно происходит спад радиации во времени вследствие распада радиоактивных веществ выпавших при ядерном взрыве. Заражения человека радиоактивными веществами ведет к облучению, которое может вызвать лучевую болезнь.

На промышленных объектах здания могут обеспечивать частичную защиту от радиации в случае заражения местности и воздуха.

Допускают предельную величину зараженности оборудования в размере 200млр./час [27]. Только при таком уровне заражения есть возможность использовать оборудование и никого не подвергать опасности в результате поражения.

Дезактивация – это процесс удаление радиоактивных веществ с зараженных объектов, а так же проведение очистки от радиоактивных веществ окружающей среды: воды, пищевых продуктов и т.д. Дезактивацию проводят только в тех случаях, когда степень возможного заражения превышает допустимые пределы.

Дезактивация территории проводится следующим способом:

- сметанием радиоактивных веществ подметальными машинами с участков, имеющих стальное или бетонное покрытие;
- смыванием пыли;
- срезанием зараженного слоя грунта толщиной 5 - 10 см;
- засыпкой зараженных участков территории незараженным грунтом слоем 8 – 10 см;

В зимнее время дезактивация проводится уборкой снега и льда в цехах промышленных предприятий и гаражах, имеющих водостоки и цементный пол, дезактивация проводится обмыванием водой потолка, стен и пола. Станки и оборудование дезактивируются водой или мыльно – содовым раствором, а

смазанные части – керосином или бензином, полнота дезактивации проверяется радиометром (внутри не выше 90 мкр/час). Если степень заражения превышает 200 мкр./час, то проведение дезактивации обязательно [24].

При проектировании новых цехов необходимо предусмотреть строительства убежища для защиты работающей смены. Убежища должны обеспечивать защиту от проникающей радиации и радиоактивного заражения, оборудоваться вентиляционными установками, санитарно – техническими приборами, а так же средствами отчистки воздуха от отравляющих веществ и биологических аэрозолей. В убежище необходимо предусмотреть отсеки для укрытия людей, фильтровентиляционную камеру, медицинскую камеру, санитарные узлы, кладовую для хранения продуктов питания, вход и аварийный выход. Убежище должно иметь телефонную связь с пунктом управления предприятия и репродуктор, подключенный к городской сети. Канализация и водоснабжение убежища осуществляется на базе городских сетей. В убежищах должно предусматриваться отопление.

В мирное время предусматривается использование убежища под учебный пункт гражданской обороны. Перевод таких помещений на режим чрезвычайных ситуаций должен осуществляться в кратчайший срок [24].

12.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Работники, выполняющие сварочные работы, должны быть обеспечены специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, санитарно-бытовыми помещениями, а также смывающими и (или) обезвреживающими средствами. Рабочее место сварщика должно быть оснащено необходимым сборочно-сварочным оборудованием и первичными средствами пожаротушения. Стационарные рабочие места должны быть оборудованы системой вытяжной вентиляции в зоне сварки.

При выполнении сварочных работ на ОПО работники должны быть ознакомлены с правилами внутреннего распорядка, характерными опасными и

вредными производственными факторами и признаками их проявления, действиями по конкретным видам тревог, другими вопросами, входящими в объёмы вводного инструктажа и первичного инструктажа на рабочем месте. Сведения о проведении инструктажей фиксируются в соответствующих журналах с подтверждающими подписями инструктируемого и инструктирующего.

На выполнение сварочных работ в зонах действия опасных производственных факторов, возникновение которых не связано с характером выполняемых работ, должен быть выдан наряд-допуск. Перечень таких работ, порядок оформления нарядов-допусков, а также перечни должностей специалистов, имеющих право выдавать и утверждать наряды-допуски, утверждаются техническим руководителем организации, эксплуатирующей ОПО.

Сварочные работы должны выполняться в соответствии с производственно-технологической документацией по сварке, включающей производственные инструкции и технологические карты по сварке, утверждённой техническим руководителем осуществляющими сварочные работы.

При производстве сварочных работ необходимо обеспечить:

- а) идентификацию производственной документации и бланков;
- б) идентификацию использования основного материала;
- в) идентификацию применения сварочных материалов;
- г) идентификацию мест расположения сварных швов в конструкции;
- д) регистрацию сведений о сварщиках, выполняющих сварные швы;
- е) регистрацию мест и результатов исправлений сварных соединений;
- ж) контроль соответствия выполнения процесса сварки технологическим картам сварки.

Идентификация должна предусматривать маркировку основного и сварочных материалов, технической и технологической документации,

обеспечивающую прослеживаемость их применения с целью выявления возможных причин брака при проведении сварочных работ.

Заключение

В ходе выполненной выпускной квалификационной работы было выбрано сварочное оборудование, необходимое для сварки, посчитан более производительный способ сварки, подобраны материалы, рассчитаны все необходимые параметры сварки.

В ходе исследования выбраны необходимые технологии сборки и сварки лестничного марша, которые позволят сократить время изготовления изделия.

Произведено планирование научно-исследовательских работ, в результате которого была сформирована рабочая группа. Составлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования.

Произведен расчет бюджета исследования себестоимость проекта составляет 96509,462 рублей.

Так же производство проанализировано на вопрос возникновения опасных ситуаций при производстве и были разработаны необходимые меры, с помощью которых можно избежать непредвиденных опасных ситуаций.

Список использованных источников

1. Марочник стали и сплавов [Электронный ресурс]. - режим доступа <http://www.splav-kharkov.com/>
2. ГОСТ 3.1703-79 Единая система технологической документации. Слесарные, слесарно-сборочные работы
3. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная.
4. Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./Ред. С 24 кол.: Г.А.Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1978 - - Т.1/ Под ред. Н.А.Ольшанского. 1978. 504 с.
5. Э.Л. Макаров. Сварка и свариваемые материалы. М.: Металлургия, 1991. – 527 с.
6. Источники питания для дуговой сварки: учебное пособие / С.А. Солодский, О.Г. Брунов, Д.П. Ильященко; Юргинский технологический институт – Томск: Изд-во Томского поли- технического университета, 2012. – 165 с.
7. ГОСТ 5264-80 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры
8. ГОСТ 12.1.003 Шум. Общие требования безопасности.
9. ГОСТ 23118-2012 Конструкции стальные. Общие технические условия
10. ГОСТ 26887-86 Площадки и лестницы для строительно-монтажных работ
11. ГОСТ 3.1703-79 Единая система технологической документации. Правила записи операций и переходов
12. ГОСТ 23120-78 Лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные
13. ГОСТ 12.1.012-90 Вибрационная безопасность.
14. ГОСТ 12.4.051-87 Средства индивидуальной защиты органов слуха.
15. ГОСТ 12.1.005 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
16. ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

17. СНиП 2.04.05 Строительные нормы и правила отопление, вентиляция и кондиционирование.
18. ГОСТ 12.4.021 Системы вентиляционные.
19. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение.
20. ГОСТ 12.3.003 Работы электросварочные.
21. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность.
22. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
23. ГОСТ 17.2.3.02 Охрана природы. Атмосфера.
24. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
25. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
26. ГОСТ 380-2005 Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки
27. ГОСТ 3242-79 Соединения сварные. Методы контроля качества
28. ГОСТ Р 22.0.02-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.
29. Видяев И.Г., Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А., В кн., «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение», 2014.
30. С.В. Романенко, Ю.В. Анищенко, Методические указания: «Социальная ответственность». Издательство Томского политехнического университета. 2016- 21 с.
31. Расчет режимов дуговой сварки. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию. Е.А. Трущенко; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 40 с.
32. ГОСТ 9466-75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки
33. ГОСТ 9467-75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей

34. А.И. Акулов, Г.А. Бельчук, В.П. Деменцевич Технология и оборудование сварки плавлением. Машиностроение, 1977-432 с.
35. СТП ТПУ 2.5.01–2014 Положение о выпускных квалификационных работах бакалавра, специалиста и магистра в Томском политехническом университете

Приложение А
(обязательное)
«Комплект документов на технологический процесс»

				Приложение А			
Дубл.							
Взам.							
Подл.							
				ФЮРА 02190.00001		8	1
				ИШНК ТПУ группа 3-1В31		ФЮРА 011000.00001	
				<i>Лестничный марш</i>			
<p style="text-align: center;"> Министерство образования и науки Российской Федерации Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Национальный исследовательский Томский политехнический университет </p>							
СОГЛАСОВАЛ				УТВЕРДИЛ		Руководитель ООП	
_____				_____			
<p> КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ на технологический процесс изготовление лестничного марша </p>							
ПРОКОНТРОЛИРОВАЛ: Киселев А.С. «___» _____ 2018 г.				ВЫПОЛНИЛ: студент гр. 3-1В31 Тудейкин Ю.С. «___» _____ 2018 г.			
Т/Л							

[illegible]

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

ФЮРА 02190.00001 8 5

Разраб.	Тибейкин Ю.С.		
Проверил	Киселев А.С.		

ИШНК ТПУ
Группа 3-1В31

ФЮРА.20000.00001

Н. контр.			
-----------	--	--	--

Лестничный марш

015, 020

600

A

ГОСТ 14771-76 С2 УП

200

ГОСТ 14771-76 С2 УП

A

40

*отклонение всех размеров не более $\pm 0,2$

КЭ

5

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

ФЮРА 02190.00001	8	6
------------------	---	---

Разраб.	Тибейкин Ю.С.		
Проверил	Киселев А.С.		

ИШНК ТПУ		
Группа 3-1В31		

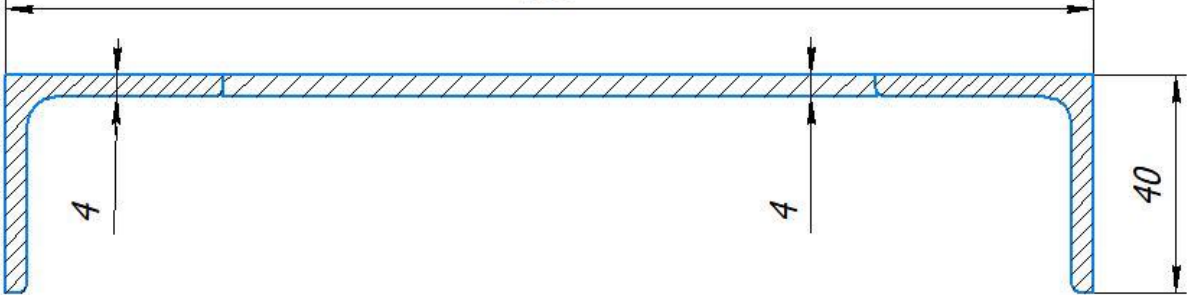
ФЮРА.20000.00001

Н. контр.				Лестничный марш		
-----------	--	--	--	-----------------	--	--

015, 020

A-A

200



*отклонение всех размеров не более $\pm 0,2$

КЭ

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

ФЮРА 02190.00001 8 7

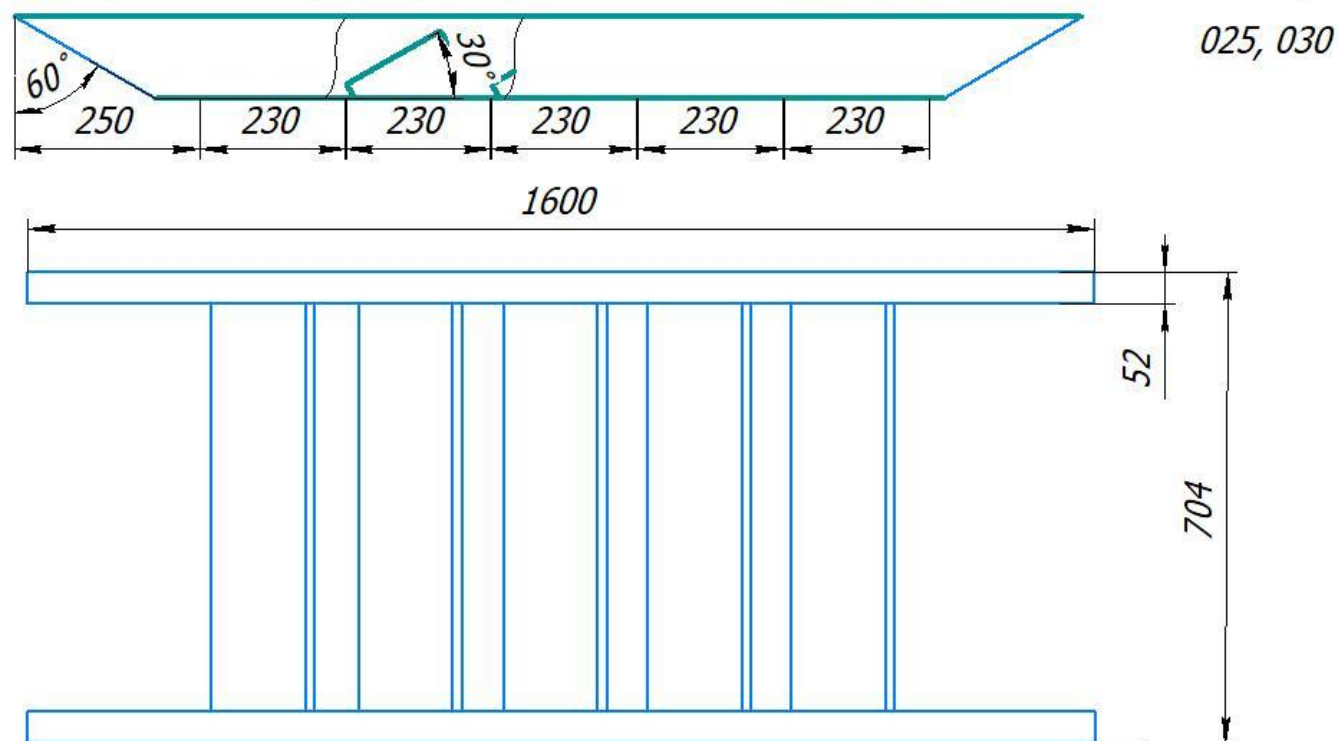
Разраб.	Тибейкин Ю.С.		
Проверил	Киселев А.С.		

ИШНК ТПУ
Группа 3-1В31

ФЮРА.20000.00001

Н. контр.			
-----------	--	--	--

Лестничный марш



*отклонение всех размеров не более $\pm 0,2$

КЭ

7

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

ФЮРА 02190.00001

8

8

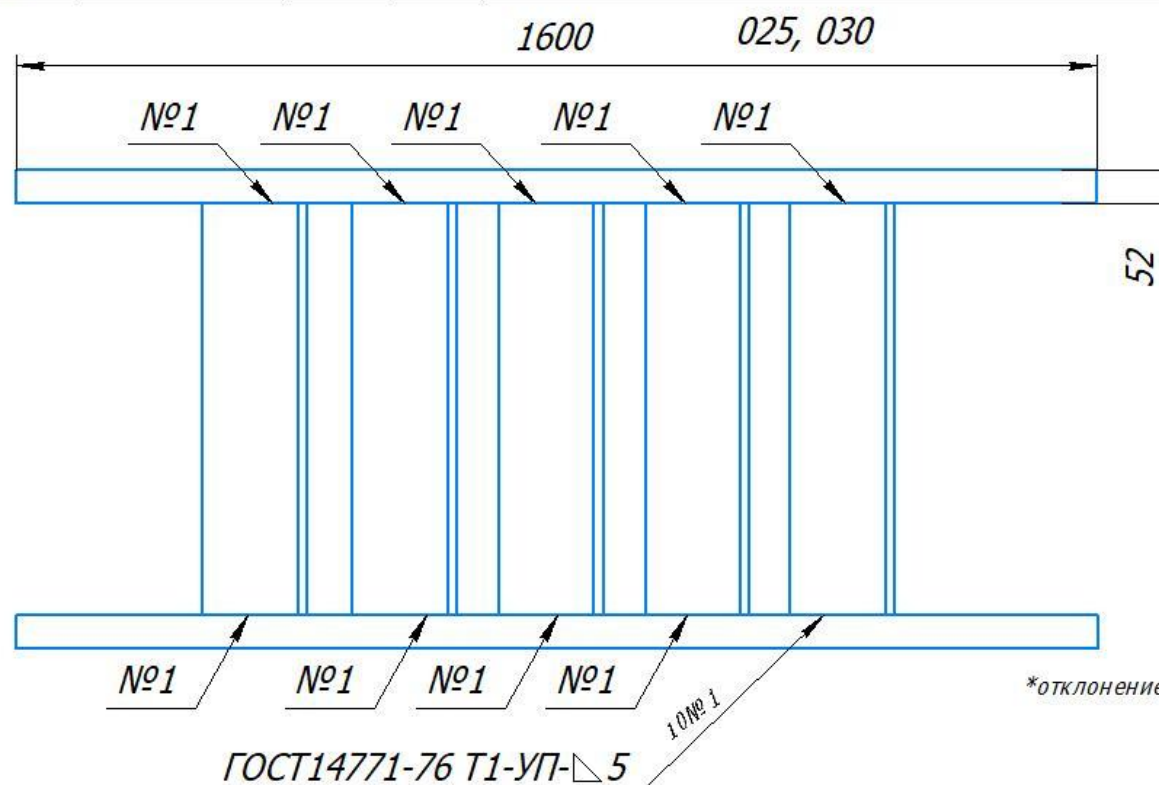
Разраб. Тибейкин Ю.С.

Проверил Киселев А.С.

ИШНК ТПУ
Группа 3-1В31

ФЮРА.20000.00001

Н. контр.



КЭ

8